

**Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Kendali Proses  
Mesin *Roasting Rotary Drum* Kopi Kapasitas 3Kg Berbasis  
*Human Machine Interface (HMI)***

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Zaky Abdurrozaq

221341019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Kendali Proses Mesin *Roasting Rotary Drum* Kopi Kapasitas 3Kg Berbasis *Human Machine Interface (HMI)***

Oleh:

Muhammad Zaky Abdurrozaq

221341019

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 04 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



**Wahyudi Purnomo, S.T., M.T.**

**NIP. 197001061995121002**

Pembimbing II,



**Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.**

**NIP. 196810301995121001**

Penguji I,



**Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198105072008101001**

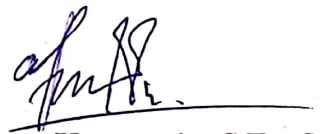
Penguji II,



**Cepi Ramdani, S.Kom., M.Eng.**

**NIP. 198904182024061004**

Penguji III,



**Ahshonat Koerunnisa S.Tr., M.T.**

**NIP. 199311282024062001**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zaky Abdurrozaq  
NIM : 221341019  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Kendali Proses Mesin *Roasting Rotary Drum* Kopi Kapasitas 3Kg Berbasis *Human Machine Interface (HMI)*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04 Agustus 2025  
Yang Menyatakan,

(Muhammad Zaky Abdurrozaq)  
NIM 221341019

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zaky Abdurrozaq  
NIM : 221341019  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Kendali Proses Mesin *Roasting Rotary Drum* Kopi Kapasitas 3Kg Berbasis *Human Machine Interface (HMI)*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04 Agustus 2025  
Yang Menyatakan,

(Muhammad Zaky Abdurrozaq)  
NIM 221341019

## **MOTO PRIVADI**

La mente vacía es la que hace más ruido  
EMPTY MIND MAKES THE MOST NOISE.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Nabi Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Kendali Proses Mesin *Roasting Rotary Drum* Kopi Kapasitas 3Kg Berbasis *Human Machine Interface (HMI)*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.S.T., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si.,M.Si.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T dan Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng., Bapak Cepi Ramdani, S.Kom., M.Eng., dan Ibu Ahshonat Koerunnisa S.Tr., M.T.
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Musrihannah Sholihah dan Bapak Dr. Aris Budiarto, S.T., M.T., yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak saya Nikita Khoirunnisa S.IP., Dinda Ajeng Firdausah S.Tr.T., dan adik saya Muhammad Raihan Arif yang telah memberikan dukungan penuh selama saya menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Buat teristimewa Almila Aulia Kautsar S.Kom., yang selalu kebersamai, mendukung penulis dan menjadi pelipur lara hingga ini, dan semoga tetap hingga seterusnya.
10. Buat rekan – rekan AE'21 dan terkhusus kepada kelas AEA-1, terima kasih atas segala canda, tawa, pengalaman, dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini bersama kalian di Politeknik Manufaktur Bandung.
11. Serta teman-teman penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu yang selalu mendukung penulis dalam segala keadaan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 04 Agustus 2025

Penulis

## ABSTRAK

Proses penyangraian kopi merupakan tahap krusial yang menentukan cita rasa dan aroma akhir dari produk kopi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Monitoring* dan kendali berbasis *Human Machine Interface (HMI)* pada mesin *Roasting rotary drum* kopi berkapasitas 3 kg. Sistem ini mengintegrasikan sensor thermocouple Type K, *Thermocontrol Azbil SDC-15*, mikrokontroler Arduino Mega, *ESP32*, serta *HMI Nextion TFT* untuk menampilkan data suhu drum dan bean secara *Real-time*, mencatat waktu proses *Roasting*, dan mengirimkan data ke *Firestore Realtime Database* serta *Microsoft Excel*. Melalui pendekatan integratif lintas domain (mekanik, elektronik, informatika, dan sistem pengendalian), sistem ini mampu memberikan tampilan data suhu dan waktu secara presisi, meningkatkan efisiensi waktu proses pemanggangan, serta menyediakan dokumentasi otomatis untuk keperluan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil, responsif, dan memberikan akurasi suhu yang baik setelah proses kalibrasi dilakukan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi yang terjangkau dan aplikatif bagi produsen kopi skala kecil hingga menengah dalam meningkatkan kualitas dan konsistensi produk.

**Kata kunci:** mesin sangrai, *rotary drum*, pemantauan suhu berbasis *HMI*, akuisisi data.

## **ABSTRACT**

*The coffee Roasting process is a crucial stage that determines the flavor and aroma quality of the final coffee product. This study aims to design and develop a Monitoring and control system based on a Human Machine Interface (HMI) for a 3 kg capacity rotary drum coffee Roasting machine. The system integrates Type K thermocouple sensors, Thermocontrol Azbil SDC-15, Arduino Mega microcontroller, ESP32, and a Nextion TFT HMI to display Real-time drum and bean temperatures, record Roasting time, and transmit data to Firebase Realtime Database and Microsoft Excel. Through a cross-domain integration approach (mechanical, electronics, informatics, and control system), the system provides precise temperature and time Monitoring, improves the Roasting process efficiency, and enables automated documentation for analysis purposes. Testing results show that the system operates stably, efficiently roasting time, and delivers good temperature accuracy after calibration. This system is expected to be an affordable and applicable technological solution for small to medium-scale coffee producers to enhance product quality and consistency.*

**Keywords:** *Roasting machine, rotary drum, HMI tempratured Monitoring, data*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTO PRIBADI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Rumusan Masalah .....	I-4
I.3 Batasan Masalah .....	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat .....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
II.1 Tinjauan Teori .....	II-1
II.1.1 Proses <i>Roasting</i> Kopi.....	II-1
II.1.2 Mesin <i>Roasting Rotary</i> Drum .....	II-1
II.1.3 Mesin <i>Roasting</i> Kopi Konvensional .....	II-2
II.1.4 Sistem <i>Monitoring</i> dan Kontrol .....	II-3
II.1.4.1 Sistem <i>Monitoring</i> .....	II-3

II.1.4.2 Sistem Kontrol.....	II-4
II.1.5 Akuisisi Data.....	II-4
II.2 Tinjauan Alat .....	II-5
II.2.1 <i>Human-Machine Interface (HMI)</i> .....	II-5
II.2.2 <i>Arduino Mega 2560</i> .....	II-6
II.2.3 <i>Thermocontrol Azbil SDC-15</i> .....	II-6
II.2.4 Mikrokontroler <i>ESP32</i> .....	II-7
II.2.5 <i>Thermocouple</i> .....	II-8
II.2.6 <i>Nextion Editor</i> .....	II-9
II.2.7 <i>Logic Level Converter TXS0108E</i> .....	II-9
II.2.8 <i>Firestore Realtime Database</i> .....	II-11
II.2.9 <i>Arduino IDE</i> .....	II-11
II.2.10 <i>Visual Studio Code</i> .....	II-12
II.3 Studi Penelitian Terdahulu .....	II-13
<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH .....</b>	<b>III-1</b>
III.1 <i>Requirement</i> .....	III-1
III.2 <i>System Design</i> .....	III-3
III.3 <i>Domain Specific Design</i> .....	III-4
III.3.1 <i>Mechanical Engineering</i> .....	III-4
III.3.2 <i>Electrical Engineering</i> .....	III-8
III.3.3 <i>Information Technology</i> .....	III-12
III.3.4 <i>System Integration</i> .....	III-14
III.3.5 <i>Verification / Validation</i> .....	III-15
III.3.6 <i>Modelling and Model Analysis</i> .....	III-16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1 Integrasi Sistem.....	IV-1

IV.2 Jaminan .....	IV-2
IV.3 Pengujian Perangkat Lunak .....	IV-2
IV.3.1 Pengujian Antarmuka .....	IV-2
IV.4 Pengujian Alat.....	IV-8
IV.4.1 Pengujian Sensor .....	IV-8
IV.4.2 Pengujian Data Logging berbasis Firebase .....	IV-13
IV.4.3 Pengujian Command Control untuk Proses Otomatis .....	IV-16
IV.4.4 Hasil Uji Kualitas Cita Rasa Kopi.....	IV-18
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>V-1</b>
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xxii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tabel Pembanding Mesin Roasting.....	II-3
Tabel II.2 Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan parameter.....	II-4
Tabel II.3 Penelitian Terdahulu.....	II-13
Tabel III.1 <i>Requirement List</i> .....	III-2
Tabel III.2 Koneksi Elektrik antar Komponen.....	III-11
Tabel III.3 Tuntutan sistem .....	III-16
Tabel IV.1 Daftar Ketercapaian Tuntutan Sistem.....	IV-2
Tabel IV.2 Pengujian Halaman <i>Monitoring Parameters</i> .....	IV-3
Tabel IV.3 Pengujian Halaman <i>Control PID</i> .....	IV-5
Tabel IV.4 Pengujian Halaman <i>Monitoring Parameters Pop-up KeyPad</i> .....	IV-7
Tabel IV.5 Pengujian Halaman <i>Monitoring Parameters Pop-up KeyPad</i> .....	IV-8
Tabel IV.6 Pengujian <i>Sensor</i> Setelah Kalibrasi .....	IV-11
Tabel IV.7 Pengujian <i>Data Logging</i> berbasis <i>Firebase</i> .....	IV-13
Tabel IV.8 Rentang Skor Penilaian Organoleptik Kopi Arabika.....	IV-20
Tabel IV.9 Penilaian Organoleptik Kopi Arabika Oleh Responden <i>Roaster</i> ...	IV-21

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Human Machine Interface .....	II-5
Gambar II.2 Arduino Mega 2560.....	II-6
Gambar II.3 <i>Thermocontrol</i> Azbil SDC-15 .....	II-6
Gambar II.4 <i>ESP32</i> .....	II-7
Gambar II.5 <i>ESP32 Pinout</i> .....	II-8
<i>Gambar II.6 Thermocouple</i> .....	II-8
Gambar II.7 <i>Nextion Editor</i> .....	II-9
Gambar II.8 <i>Logic Level Converter</i> TXS0108E .....	II-9
Gambar II.9 Block Diagram TXS0108E.....	II-10
Gambar II.10 <i>Firestore Realtime Database</i> .....	II-11
Gambar II.11 Arduino IDE .....	II-11
Gambar II.12 <i>Visual Studio Code</i> .....	II-12
Gambar III.1 <i>V-Model</i> Metodologi VDI2206:2004.....	III-1
Gambar III.2 System Design.....	III-3
Gambar III.3 Gambaran Rancang mesin.....	III-5
Gambar III.4 Tampak Bagian Motor .....	III-5
Gambar III.5 Sistem Elektrik Inverter .....	III-8
Gambar III.6 Wiring Umum Sistem Elektrik.....	III-9
Gambar III.7 Wiring Diagram Sistem Elektrik.....	III-10
Gambar III.8 Flowchart Sistem Monitoring dan Akuisisi Data Mesin Roasting Kopi berbasis HMI .....	III-13
Gambar IV.1 Mesin <i>Roasting</i> Kopi dengan <i>HMI</i> .....	IV-1
Gambar IV.2 Halaman <i>Monitoring Parameters</i> .....	IV-3
Gambar IV.3 Halaman <i>Control PID</i> .....	IV-5
Gambar IV.4 Halaman <i>Control PID Keypad</i> .....	IV-6

Gambar IV.5 Grafik Perbandingan Sebelum Kalibrasi <i>Sensor</i> .....	IV-12
Gambar IV.6 Grafik Perbandingan Setelah Kalibrasi <i>Sensor</i> .....	IV-12
Gambar IV.7 Waktu Akhir <i>Roasting</i> .....	IV-14
Gambar IV.8 Grafik <i>Roasting</i> pada <i>Logging Data Ms.Excel</i> .....	IV-15
Gambar IV.9 Grafik <i>Roasting</i> pada <i>Artisan</i> .....	IV-15
Gambar IV.10 Pengiriman Parameter <i>PID</i> .....	IV-17
Gambar IV.11 Grafik Kontrol Otomatis Parameter <i>PID</i> dari <i>HMI</i> .....	IV-18
Gambar IV.12 Hasil <i>Roasting Arabika Fullwash</i> .....	IV-21

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Arduino IDE .....	xxii
Lampiran 2. Program <i>ESP32</i> .....	xxv
Lampiran 3. Program Python pada <i>Visual Studio Code</i> .....	xxviii
Lampiran 4. Halaman <i>Console Firebase</i> .....	xxx

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

I	Arus listrik	Ampere (A)
E	Beda potensial	Volt (V)
R	Resistansi	Ohm ( $\Omega$ )
G	Berat logam terdeposisi	gram (g)
t	Waktu	detik (s)
ET	<i>Environment Temperature</i> (Suhu lingkungan / drum)	
BT	<i>Bean Temperature</i> (Suhu biji kopi)	
Kp	Konstanta Proporsional pada PID	
Ki	Konstanta Integral pada PID	
Kd	Konstanta Derivatif pada PID	
TP	Turning Point (titik balik suhu)	
HMI	<i>Human Machine Interface</i>	
PID	<i>Proportional Integral Derivative</i>	
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>	
SoC	<i>System on Chip</i>	
GUI	<i>Graphical User Interface</i>	
CSV	<i>Comma Separated Values</i> (format file)	
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>	
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	
SSR	<i>Solid State Relay</i>	
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	
DAC	<i>Digital to Analog Converter</i>	
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>	
RTD	<i>Resistance Temperature Detector</i>	
VSCode	<i>Visual Studio Code</i>	
IoT	<i>Internet of Things</i>	
AC	<i>Alternating Current</i>	
DC	<i>Direct Current</i>	
TFT	<i>Thin Film Transistor</i> (layar display)	
Tx/Rx	<i>Transmit / Receive</i> (dalam komunikasi serial)	
OTA	<i>Over The Air</i> (update firmware)	
UMKM	Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah	
kg	<i>Kilogram</i>	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Kopi merupakan salah satu jenis minuman yang dihasilkan melalui pengolahan dan ekstraksi biji pohon kopi. Tujuan dari proses penyangraian adalah untuk memanggang biji kopi hingga matang agar dapat diproses lebih lanjut. Proses ini sangat penting dalam mengembangkan cita rasa biji kopi, yang memungkinkan biji tersebut terbuka dan mengekstrak sarinya [1]. Setiap jenis kopi memiliki rasa yang unik; meskipun biji dan asalnya sama, rasa kopi dapat bervariasi. Cita rasa kopi tidak hanya ditentukan oleh biji kopinya, tetapi juga oleh proses pengolahan yang dimulai dari budidaya, panen, hingga pasca panen. Salah satu tahap terpenting dalam pengolahan biji kopi adalah "proses pemanggangan", yaitu penyangraian atau penggorengan kopi pada waktu dan suhu tertentu. Proses penyangraian yang tepat akan menghasilkan kopi bubuk berkualitas tinggi dengan rasa yang nikmat dan aroma yang harum. Oleh karena itu, diperlukan pemanggangan yang akurat untuk memperoleh hasil yang berkualitas [2].

Namun dalam praktiknya, pengolahan kopi di daerah-daerah tertentu masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu tantangan utama dalam pengolahan kopi secara konvensional adalah kondisi lingkungan sekitar yang ditandai dengan tingkat kelembaban tinggi dan suhu rendah, yang berpengaruh pada kualitas hasil akhir [3]. Diperlukan alat ukur yang tepat untuk mengevaluasi kualitas biji kopi. Koperasi sering menjadi inti bagi petani kopi, membantu mereka dalam produksi dan pemasaran produk kopi. Dalam kondisi seperti ini, penggunaan alat ukur yang akurat menjadi sangat penting untuk mengevaluasi kualitas biji kopi secara objektif. Koperasi sering kali menjadi pusat aktivitas produksi bagi petani kopi. Meski demikian, banyak koperasi masih menghadapi keterbatasan, terutama dalam hal sarana pengolahan seperti mesin *roasting*. Padahal, proses penyangraian merupakan tahap kritis dalam menghasilkan kopi berkualitas tinggi, yang sangat dipengaruhi oleh pengaturan suhu, durasi, dan profil pemanggangan yang digunakan [4].

Seiring meningkatnya permintaan konsumen akan kopi berkualitas, industri kopi pun terus berkembang. Konsumen modern tidak hanya menuntut kelezatan rasa, tetapi juga konsistensi mutu dalam setiap sajian [5]. Di sisi lain, metode roasting konvensional seperti memanggang di atas api sulit dikontrol dan berisiko menghasilkan biji kopi yang terlalu gosong. Hal ini menyebabkan hasil roasting tidak konsisten dan kualitasnya menurun [6].

Permasalahan tersebut juga diperkuat oleh temuan di lapangan yang menunjukkan bahwa proses roasting manual masih menjadi pilihan mayoritas pelaku UMKM kopi di Indonesia. Misalnya, UKM Kopi Pinanggih di Kabupaten Banyubiru melakukan roasting dengan menyewa mesin 3 kg selama 15 menit/kg, yang berdampak pada biaya produksi sebesar Rp 20.000/kg. Setelah penggunaan mesin roasting internal, produksi meningkat hingga 33% dan biaya operasional menurun 80% (Solikhin & Wicaksono, 2023) [7]. Hal serupa ditemukan pada UMKM Kopi Yousoeka dan Langgeng (2020), yang sebelumnya hanya mampu memproses 3 kg per hari menggunakan wajan dan tungku manual selama 2 jam per batch. Setelah penerapan mesin roasting modern, kapasitas meningkat menjadi 15 kg per hari dan waktu proses menurun menjadi 1 jam. Fakta-fakta ini memperkuat urgensi pemanfaatan sistem roasting yang efisien dan terotomatisasi, terutama di kalangan pelaku UMKM [8].

Mesin *Roasting rotary* drum menjadi salah satu pilihan yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam mendistribusikan panas secara merata di dalam drum [6]. Proses manual ini memiliki kelemahan berupa ketergantungan pada keahlian operator, kurangnya akurasi dalam pengendalian parameter, serta sulitnya mereplikasi profil *roasting* tertentu secara konsisten. Masalah-masalah ini menjadi tantangan utama bagi industri kopi, terutama bagi produsen skala kecil hingga menengah yang ingin meningkatkan efisiensi dan kualitas produksinya [6].

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan teknologi kontrol berbasis perangkat lunak semakin banyak diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan di dunia industri kopi adalah Artisan. Perangkat lunak ini dirancang khusus untuk mendukung proses *roasting* dengan menyediakan fitur *monitoring* dan kontrol *Real-time* terhadap parameter utama seperti temperatur [9].

Indonesia, sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan teknologi ini. Banyak pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di sektor kopi yang ingin meningkatkan kualitas produk mereka namun terkendala keterbatasan teknologi dan sumber daya [10].

Dalam studi oleh Husneni Mukhtar et al. (2023) pada UMKM Darma Coffee di Kabupaten Bandung, proses roasting kopi juga masih dilakukan secara manual. Petani mengoperasikan drum secara manual dan tidak memiliki kontrol suhu presisi, sehingga kualitas hasil roasting menjadi tidak konsisten. Setelah diterapkan mesin otomatis dengan timer digital dan monitoring suhu, durasi roasting menurun menjadi 10–15 menit per batch, dibanding sebelumnya yang lebih lama dan tidak konsisten [11].

Oleh karena itu, pengembangan sistem kontrol yang terjangkau dan mudah digunakan menjadi kebutuhan mendesak untuk mendukung keberlanjutan usaha dan meningkatkan daya saing produk kopi lokal di pasar global [10]. Selain mendukung industri, penerapan teknologi kontrol otomatis berbasis perangkat lunak juga memberikan manfaat bagi pelaku usaha dalam pengelolaan data. Sistem ini dapat menyimpan riwayat parameter *roasting*, sehingga memungkinkan analisis data untuk mengoptimalkan proses produksi. Data ini juga dapat dimanfaatkan untuk memastikan konsistensi kualitas produk, yang menjadi salah satu faktor penting dalam membangun kepercayaan pelanggan terhadap merek kopi tertentu [12].

Dalam era digital saat ini, kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah menghadirkan berbagai inovasi untuk mendukung efisiensi di sektor industri. Salah satu teknologi yang relevan untuk diterapkan adalah sistem *monitoring* dan akuisisi data [13]. Menanggapi fenomena ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Monitoring* dan kendali proses mesin *Roasting rotary* drum kopi kapasitas 3Kg berbasis *Human Machine Interface (HMI)*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif bagi para produsen kopi dalam mengendalikan proses *Roasting*. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas produk kopi, tetapi juga mendorong penerapan teknologi informasi dalam industri pengolahan kopi di Indonesia.

## I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tugas akhir ini, terdapat beberapa rumusan masalah yang diangkat, diantaranya :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem *Monitoring* yang mampu mengakuisisi data secara *Real-time* dari mesin *roasting* kopi *rotary drum* berkapasitas 3kg berbasis *HMI*?
2. Bagaimana merancang sistem yang mampu menjamin ketepatan pencatatan data suhu dan parameter PID melalui integrasi *HMI* dengan *Firestore*?

## I.3 Batasan Masalah

Untuk membahas permasalahan secara lebih spesifik, dibuat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan fokus pada proses perancangan dan pembangunan sistem *Monitoring* untuk mesin *roasting rotary drum* kopi dengan kapasitas maksimum 3 kg.
2. Proses pemantauan pengendalian yang dibahas mencakup parameter utama seperti suhu dan waktu proses pemanggangan, tanpa mencakup aspek kimiawi detail pada perubahan struktur biji kopi selama *roasting*.
3. Akuisisi data dalam penelitian ini terbatas pada pengumpulan dan pencatatan data suhu serta waktu secara *Real-time* melalui integrasi *HMI*, tanpa menampilkan data langsung pada layar *HMI*.
4. Sistem ini dirancang untuk kebutuhan produsen kopi skala kecil hingga menengah, sehingga tidak mencakup pengembangan sistem untuk industri berskala besar atau komersial tinggi.
5. *Human Machine Interface (HMI)* dalam penelitian ini hanya difungsikan sebagai media pengiriman parameter kontrol berupa nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  kepada sistem. Nilai-nilai tersebut tidak secara langsung memengaruhi kinerja atau perilaku sistem kendali mesin *Roasting*, karena pengaturan dan respons terhadap parameter tersebut berada di luar cakupan penelitian ini.

## I.4 Tujuan dan Manfaat

### Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Monitoring* kendali pada mesin *Roasting rotary drum* kopi berkapasitas 3 kg. Sistem ini

dirancang untuk memantau parameter penting seperti suhu dan waktu proses pemanggangan secara *Real-time* melalui antarmuka berbasis *HMI*. Dengan sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi waktu proses *roasting* kopi, sehingga menghasilkan produk berkualitas tinggi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan solusi teknologi yang terjangkau bagi produsen kopi kecil dan menengah guna meningkatkan daya saing produk mereka.

### **Manfaat**

Penelitian ini memberikan manfaat signifikan baik bagi produsen kopi maupun industri kopi secara keseluruhan. Bagi produsen kecil dan menengah, sistem ini membantu meningkatkan kualitas produk kopi melalui proses *Roasting* yang lebih terkendali dan memiliki akurasi tinggi. Bagi industri kopi, penelitian ini mendorong penerapan teknologi modern yang efisien dan ramah biaya, sehingga dapat memperkuat daya saing kopi lokal di pasar nasional maupun internasional. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi penting untuk akademisi yang tertarik pada pengembangan teknologi otomasi dan pengendalian proses dalam industri pengolahan kopi. Bagi konsumen, penerapan sistem ini diharapkan dapat menghasilkan kopi dengan mutu yang lebih terjamin.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.